



2019 - 2020

fondements

Transmettre l'apprentissage des minéraux
par l'enseignement axé sur STIM.



Le développement durable et les sciences de la Terre

En 2015, l'Assemblée générale de l'ONU adoptait l'Agenda 2030 de développement durable, lequel fixait 17 Objectifs de Développement Durable (ODD) et proposait à tous les pays du monde de passer à l'action en fondant un partenariat mondial. Le développement durable prévoit que les besoins d'aujourd'hui soient satisfaits sans pour cela entraver la capacité des générations future à satisfaire à leurs propres besoins. Ces objectifs, étroitement liés et conçus de manière globalement inclusive, se penchent sur des défis mondiaux, dont un enseignement de qualité, l'innovation et les

infrastructures industrielles, la consommation et la production responsables, l'action en matière d'environnement et de climat, l'éradication de la pauvreté, la santé et le bien-être, une eau saine et l'hygiène publique. Visitez le site Web www.un.org/sustainabledevelopment/fr/ pour en apprendre davantage sur l'ODD et constater les progrès réels en ce sens. Pour motiver vos élèves, songez à leur présenter « La plus grande leçon du monde », laquelle « vise à faire connaître les objectifs de développement durable aux enfants et aux jeunes gens du monde entier et à les faire agir tous ensemble. » Le site worldslargestlesson.globalgoals.org/fr

SDD 9 : Innovation et infrastructures, vise à « mettre en place une infrastructure résistante, à promouvoir une industrialisation durable qui profite à tous et à encourager l'innovation. » L'industrie canadienne des minéraux s'y est inscrite. En 2017 avait lieu à Toronto, au Canada, le deuxième *International Mines Ministers Summit* (Conférence internationale des ministres des Mines). Cette conférence rassemblait 25 chefs de gouvernements responsables de l'industrie minière dans leurs pays respectifs et divers dirigeants d'industries, de sociétés civiles, d'organismes non gouvernementaux

et de communautés autochtones. Ces participants ont conclu qu'il est impératif d'innover au sein du secteur minier, et ce, non seulement pour que les mines du futur soient rentables et durables sur le plan environnemental, mais aussi pour que ce secteur puisse contribuer aux objectifs de rendements de l'ODD des Nations Unies.

Pour que les objectifs de rendements de l'ODD des Nations Unies soient atteints, il faut maîtriser les sciences de la Terre, car celles-ci peuvent contribuer au développement de villes et de communautés durables. Les sciences de la Terre peuvent enrichir les milieux bâtis grâce à la planification d'infrastructures urbaines. Le fait d'être renseigné sur les dangers naturels - séismes, éruptions volcaniques, tsunamis, éboulements terrestres, inondations, affaissements - peut donner lieu à des communautés sûres, autosuffisantes et durables. En termes d'action sur le plan climatique, elles peuvent proposer certaines mesures d'adaptation aux changements climatiques et présenter des solutions pour contrer les inondations, la sécheresse et la pollution. Les sciences de la Terre peuvent contribuer au développement de ressources en eau souterraine, de méthodes de gestion des déchets et d'assainissement, à la création de lieux d'enfouissement et à l'accès à de l'eau saine. Elles pourraient également contribuer à la création d'une énergie abordable et non polluante par l'utilisation de batteries, de panneaux solaires et d'éoliennes, lesquels

stimulent la demande en une multitude de minéraux et de métaux. Les géoscientifiques pourraient en outre arriver à réaliser l'égalité des sexes grâce à certaines pratiques éducatives et professionnelles. Pour atteindre tous les objectifs de rendement de l'ODD des Nations Unies, l'ensemble de la communauté des sciences de la Terre doit s'engager à part entière.

OBJECTIFS DE DÉVELOPPEMENT DURABLE



Table des matières

- | | | | |
|--|--|---|--|
| 2 Le développement durable et les sciences de la Terre | 7 Exploration des ressources minérales et enseignement de l'industrie minière pour enseignants | 11 Les ressources d'Une mine de renseignements : les trousseaux de ressources et publications | 14 L'impression en 3D : l'échelon supérieur de l'impression |
| 3 Le Plan canadien pour les minéraux et les métaux | 8 Possibilités d'apprentissage professionnel | Autres ressources : les activités d'apprentissage | 15 La tourmaline : des minéraux aux couleurs de l'arc-en-ciel |
| 25 Années de réussites | Réseau de sensibilisation aux sciences et à la technologie du Canada | Les sites Web | 16 Activité pour élèves du cycle moyen : le cycle des roches avec les bonbons Starburst® |
| L'OMA lance la campagne <i>This is Mining</i> | 9 2019 : Année internationale du Tableau périodique des éléments chimiques | 12 Les livres | 18 Activité pour élèves de cycle supérieur : Activités – Préoccupations - Solutions |
| 4 Le défi de la Terre | Sous terre : innovations électriques dans l'industrie des minéraux | 13 Les vidéos | 20 Coordonnées |
| La journée annuelle pour enseignants au Congrès de l'ACPE 2020 | 10 Les ressources d'Une mine de renseignements : les affiches | Les blogues | |
| 5 Les roches + les jeunes = une foule de possibilités | | Les documents infographiques | |
| Subventions pour sorties éducatives | | Le cahier d'activités | |
| 6 Suggestions de sorties éducatives | | | |



25 Années de réussites

En 2019, Une mine de renseignements célébrait 25 années de soutien des enseignants par l'apport en ressources pédagogiques et la formation en enseignement des ressources minérales. Conscient des lacunes en matière de programmes scolaires et de ressources en fonction de l'âge en sciences de la Terre, un petit groupe de personnes dédiées s'est engagé, en 1994, à élargir la compréhension des élèves en sciences de la Terre, sur le rôle essentiel que jouent les roches, les minéraux et les métaux dans leurs vies et à les renseigner sur les perspectives de carrière qu'offre l'industrie des minéraux.

Nous ne disposons au début que d'une seule ressource axée sur les activités et conçue par des enseignants, sur les minéraux, les métaux et les roches pour les élèves de la 6^e et 7^e année en Ontario. Nous avons depuis mis au point plusieurs ressources pédagogiques, depuis des unités conformes aux programmes scolaires sur les roches et les minéraux, jusqu'à diverses publications et affiches originales en anglais, en français et, dans certains cas, en langues ojibwée, oji-crie, crie, inuktitut, et inuinnaqtun à utiliser partout au pays. En 2002, nous entreprenions des efforts ciblés en vue de présenter des ateliers aux jeunes Autochtones dans le cadre de nos Programmes d'enseignement et d'extension des services aux Autochtones. Des enseignants voyagent désormais tous les ans dans de nombreuses communautés autochtones où ils présentent des programmes sur mesure en sciences de la Terre et sur les secteurs miniers et des minéraux. Ces programmes sont élaborés en tenant compte du rôle important que jouent les communautés autochtones en matière de gestion et de développement des ressources. Nous animons en outre le Défi de la Terre dans le cadre duquel les élèves canadiens doivent répondre de manière créative aux questions suivantes : « De quel matériau terrestre vos choses sont-elles faites et de quel endroit sur Terre proviennent-elles? »

Nous présentons aux enseignants, aux élèves et au grand public l'univers minier au cours d'événements comme le congrès annuel du PDAC International Convention, les conférences pour enseignants, les célébrations de la Semaine minière et les expositions de gemmes et de minéraux. Nous sommes fiers de pouvoir aider les enseignants à enthousiasmer leurs élèves pour les sciences de la Terre et l'univers minier. Une mine de renseignements a étendu sa portée à plus de 750 000 enseignants et élèves grâce à ses ressources uniques. Nous nous réjouissons de la possibilité d'étendre notre portée à des centaines de milliers d'autres personnes à l'avenir!



Le Plan canadien pour les minéraux et les métaux

Publié en mars 2019, le Plan canadien pour les minéraux et les métaux est un document qui définit la vision, les principes et l'orientation stratégique auxquels les gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux, l'industrie et divers intervenants peuvent adhérer pour favoriser la compétitivité et la réussite à long terme du secteur minier. Ce Plan prévoit favoriser une industrie des minéraux et des métaux concurrentielle, durable et responsable. Il présente six orientations stratégiques, dont le développement économique et la compétitivité; la participation des peuples autochtones; l'environnement; les sciences, la technologie et l'innovation; les communautés et le leadership mondial.

Les grandes lignes de ce Plan auront pour effet de conscientiser les Canadiens sur l'importance du secteur des minéraux et des métaux, d'encourager l'innovation pour s'attaquer aux défis actuels et émergents et de placer le Canada en position de saisir les occasions qu'offre une économie pleine en évolution. minescanada.ca/fr



La campagne *This is Mining*

L'OMA (Ontario Mining Association) vient de créer la campagne #THISISMINING pour fêter son centenaire. Cette campagne pose un regard neuf sur le

rôle de l'exploitation minière dans nos vies en Ontario. Explorez et découvrez l'industrie minière moderne, notamment ses progrès scientifiques et techniques, son héritage et les perspectives de carrière qu'elle offre. Pour plus d'informations sur cette campagne, visitez le site Web de l'OMA et suivez-en la campagne sur les médias sociaux.

oma.on.ca/en/this-is-mining.asp

#THISISMINING

@This_Is_Mining

youtube.com/watch?v=UNsl8Cf6CBw&feature=youtu.be

défi de la terre

Commandité par Teck

Êtes-vous à la recherche de moyens intéressants et innovants d'aider vos élèves à étudier les sciences de la Terre et les ressources naturelles? Si oui, invitez-les à participer au Défi de la Terre, un concours national appuyé par la communauté canadienne des sciences de la Terre et destiné aux élèves âgés de 9 à 14 ans. En s'inscrivant au concours et en réalisant des projets de recherche ludiques, ces élèves pourront témoigner de leurs connaissances en ressources terrestres non renouvelables. Les projets peuvent être réalisés seuls ou en équipe, et ce, en anglais ou en français. Ce défi se veut une excellente activité terminale d'apprentissage.

Le Défi de la Terre invite les élèves à découvrir l'importance des ressources non renouvelables en faisant le lien entre celles-ci et les objets qu'ils utilisent couramment, dont l'or en électronique, le fer et le nickel que contient l'acier inoxydable, le cuivre en plomberie et dans les fils et le calcaire dans le ciment.

Soumettre les propositions en ligne jusqu'au 5 mars 2020 à l'adresse earthsciencescanada.com/where/fr. Ce concours prévoit des prix en espèces d'une valeur totale de 10 000 \$. Visitez le site Web du Défi de la Terre pour obtenir une liste complète des gagnants en 2019 et visionner leurs propositions.

Contactez
WHEREChallenge@miningmatters.ca
pour plus d'informations.

Marquez la date

Le congrès de l'ACPE

Une mine de renseignements présentera sa Journée annuelle pour enseignants le dimanche, 1^{er} mars 2020, année marquant le 87^e anniversaire du congrès annuel du Prospectors and Developers Association of Canada (PDAC), le plus important congrès sur l'exploration minière au monde et destiné au grand public, aux entreprises et aux organismes œuvrant dans le secteur de l'exploration des minéraux ou y étant reliés.

Du 1^{er} au 4 mars
Palais des congrès
de Toronto





Les roches + les jeunes = une foule de possibilités

Une mine de renseignements offre toujours de l'enseignement spécialisé aux écoles de collectivités mal desservies du Grand Toronto Métropolitain. Son programme nommé : « Les roches + les jeunes = une foule de possibilités », conforme aux programmes d'études, est offert sans frais aux écoles admissibles. Ce programme offre aux élèves de la 4^e année des ateliers d'apprentissage des sciences de la Terre et des ressources minérales et à chaque école participante reçoit un ensemble de ressources pédagogiques pour enseignant et élèves. Les enseignants peuvent adapter ces ateliers en sélectionnant certains thèmes parmi un jeu de 14 activités interactives. Une mine de renseignements poursuit son partenariat officiel avec le Toronto District School Board en vue de présenter son programme dans les écoles « modèles » et « prioritaires ». Ce programme est offert à tous les conseils scolaires du Grand Toronto dotés d'écoles dites « prioritaires ». Pour en savoir plus sur le programme « Les roches + les enfants – une foule de possibilités » ou pour demander la présentation d'ateliers, communiquez avec schoolprograms@miningmatters.ca.

Subventions pour sorties éducatives

Le programme annuel de subventions pour sorties éducatives d'Une mine de renseignements offre aux enseignants des outils d'apprentissage expérientiel en sciences de la Terre. Offertes partout au Canada, ces subventions visent à compenser le coût du transport et d'entrée dans des lieux traitant de sciences de la Terre. Les visites d'installations à ciel ouvert (carrières de gravier et de roches, mines remises en état) et d'installations intérieures (centres et musées des sciences) constituent un moyen pertinent de renforcer les concepts géoscientifiques enseignés en classe. Ces subventions sont accordées en nombre limité et dans l'ordre d'arrivée des demandes. Pour plus d'informations, visitez MiningMatters.ca et entrez « Procédés de demande de subvention » dans la case de recherche.



Suggestions de sorties éducatives

Le Géoparc mondial UNESCO de Percé

Situé sur la péninsule de Gaspé, au Québec et géré de manière à favoriser la protection, l'éducation et le développement durable, le Géoparc mondial UNESCO de Percé présente des sites et des paysages d'importance géologique sur la scène mondiale. Ce Géoparc compte 23 sites géologiques terrestres et littoraux, en plus des sites géologiques que contient le territoire du Parc national de l'Île-Bonaventure-et-du-Rocher-Percé. On y trouve des roches sédimentaires représentant cinq périodes géologiques distinctes, dont : cambrienne (de 542 à 489 m.a.), ordovicienne (de 489 à 443 m.a.), silurienne (de 443 à 418 m.a.), dévonienne (de 418 à 359 m.a.) et carbonifère (de 359 à 299 m.a.). On y offre des randonnées autonomes ou guidées, la signalisation interprétative, une plateforme en verre suspendue et l'aventure interactive TEKTONIK, une expérience multimédia par laquelle on peut admirer la géologie hétéroclite de Percé. L'apprentissage expérientiel et interactif qu'offre le Géoparc de Percé en fait l'endroit idéal pour les sorties en classe pour l'étude des sciences, de l'histoire et de l'éducation autochtone.

Le site Web geoparcdeperce.com/nouveau-site-web-pour-le-geoparc-de-perce

Boom! Une expérience authentique au musée historique de la mine Britannia

Le musée historique de la mine Britannia, près de Squamish, en Colombie-Britannique, présente BOOM!, une série de récits, de sons et d'images présentée derrière cette merveille architecturale, ainsi qu'une expérience authentique à l'intérieur de Mill No. 3 (l'usine n° 3). Dans le cadre de cette expérience, de nombreux écrans, plus de 30 haut-parleurs et des effets physiques et spéciaux servent à reproduire le grondement des vingt étages de cette mine historique.

britanniamuseum.ca/pages/boom

Des roches en pots de fleurs

Le cap Hopewell au Nouveau-Brunswick affiche les éperons d'érosion marine parmi les plus célèbres qui soient le long de la côte de la baie de Fundy. Ces roches en pots de fleurs, aussi connues sous le nom d'éperons d'érosion marine, ont été sculptées au fil des ans dans les falaises maritimes de grès de la baie de Fundy et révèlent l'écart vertical des grandes marées de la baie de Fundy. De la fin mai à la mi-octobre, les visiteurs peuvent marcher sur le fond océanique, aux pieds de formations géantes, trois heures avant et après la marée basse. Une excursion guidée de kayak de mer autour de ces éperons offre une tout autre perspective de ces roches.

bayoffundy.com/articles/flower-pot-rocks

Le Blue Beach Fossil Museum

Situé près de Hantsport en Nouvelle-Écosse, le Blue Beach Fossil Museum compte la plus importante collection d'os et de sentiers fossilisés de l'est du Canada. Il prétend de plus posséder les plus anciennes traces de pas qui soient sur Terre. Les découvertes datant de 350 millions d'années, entre autres, à ces endroits, jettent de la lumière sur une des questions les plus importantes et les plus épineuses de l'histoire de l'évolution, soit la transition de l'eau vers la terre ou du poisson vers l'amphibie. La rive de fossiles se parcourt en trois visites distinctes et chacune d'elle présente une géologie unique, des fossiles incroyables et un récit hors du commun.

bluebeachfossilmuseum.com

Le projet du Géopatrimoine d'Ottawa-Gatineau

Le projet du Géopatrimoine d'Ottawa-Gatineau a pour but d'accroître les connaissances et l'intérêt du public envers la géologie et les paysages de la région de la Capitale nationale du Canada. Il présente trois visites autonomes autour de cette région. ottawagatineaugeoheritage.ca/field-trips

- **La géologie de la région d'Ottawa** : les roches visibles de la région d'Ottawa présentent des caractéristiques géologiques typiques des roches de l'ère précambrienne et paléozoïque. tinyurl.com/Ottawa-geo
- **Introduction à la géodiversité de Perth** : le rapport entre les peuples qui se sont installés dans cette région et la géologie locale en disent long sur la manière dont ces collectivités ont évolué, comme en témoigne le paysage du musée extérieur de Perth, en Ontario. tinyurl.com/Perth-geo
- **Un milliard d'années de géologie** : explorez la géologie diversifiée de la région d'Ottawa et les modèles qui en découlent. Des montagnes élevées, des océans chauds et froids, d'énormes rivières et d'importants mouvements de terrain s'y sont manifestés au fil du temps, donnant lieu à des fossiles parmi les plus anciens qui soient. tinyurl.com/billionyearsgeo
- **L'héritage géologique d'Eganville** : aussi nommé la capitale canadienne des fossiles de l'ère ordovicienne, le musée Bonnechère d'Eganville présente à la fois l'histoire naturelle et culturelle de la vie telle qu'elle a évolué le long de la rivière Bonnechère. Un sentier riche sur le plan géologique mène vers une exposition de roches de tous types, une carrière de calcaire, une tranchée creusée, une randonnée sur un sentier riverain et des fossiles. bonnechere.ca/fossils-geological-history

Les gisements de fossiles McAbee

Situés près de Kamloops en Colombie-Britannique, les gisements de fossiles McAbee renferment une collection biologiquement diversifiée de fossiles de plantes, d'insectes et de poissons au retentissement mondial, datant de 52 millions d'années et en état de préservation extrêmement détaillé. Nommés sites patrimoniaux, ces gisements de fossiles inaccessibles au public en 2012 sont de nouveau ouverts au public depuis juin 2019. L'entrée est libre et des guides font visiter les lieux du jeudi au lundi.

kamloopsthisweek.com/news/mcabee-fossil-beds-re-open-to-public-1.23872116

Le parc national de Miguasha et la Liste du patrimoine mondial de l'UNESCO

Situé dans la Péninsule de la Gaspésie au Québec et inscrit au patrimoine mondial de l'UNESCO, ce site renferme des fossiles de poissons, d'invertébrés et de plantes issus d'un écosystème datant de 380 millions d'années. Les fossiles de poissons s'inscrivent parmi les exemples de l'ère dévonienne les plus remarquables au monde. Miguasha compte le nombre le plus élevé de spécimens de fossiles de type « crossoptérygien », parfaitement préservés, dont sont issus les premiers vertébrés terrestres. Suivez le sentier « L'Évolution de la vie » et visitez une exposition d'histoire naturelle où est présentée une collection de fossiles de poissons et de plantes cueillie à même ce site. Les groupes scolaires y sont accueillis et des conservateurs-interprètes du parc peuvent les accompagner. sepaq.com/pq/mig

**MARQUEZ
CETTE DATE
Août 2020**

Exploration des ressources minérales et enseignement de l'industrie minière pour enseignants

Une mine de renseignements, l'Institut canadien des mines, de la métallurgie et du pétrole (ICM), le Centre écologique du Canada et l'OMA (Ontario Mining Association) se sont associés pour offrir aux enseignants des visites guidées d'exploration des ressources minérales et des programmes d'apprentissage professionnel basés sur l'observation. Ces visites sont offertes en août tous les ans ou sur demande, pendant l'année scolaire. Le programme de l'an 2020 marquera la dixième année de lancement de ces visites et comptera trois visites.

Exploration de la vie dans un camp minier

Prenez part à des visites de mines souterraines et de surface et passez une nuitée au Lac des Îles de la North American Palladium à proximité de Thunder Bay. Visitez les installations géologiques et minières d'intérêt de la région.

Le cycle minier

Découvrez l'ensemble des phases du cycle minier, la géologie et l'histoire de la région de Timmins, reconnue mondialement pour sa production d'or. Parcourez une mine d'or souterraine et des sentiers de réhabilitation, conversez avec des professionnels de l'industrie et participez à des ateliers interactifs sur les sciences de la Terre et les ressources minérales.

Ressources minérales et enseignement de l'industrie minière : l'essentiel

Enrichissez vos connaissances fondamentales en sciences de la Terre et en ressources minérales, y compris les principes fondamentaux de l'identification des minéraux et des roches, et les phases initiales du cycle minier, dont la prospection. Faites la tournée des fournisseurs de services et de fournitures d'exploration minière et minière de North Bay.

Parrainées à part entière, ces visites guidées sont offertes moyennant des frais de \$50 par visite. L'inscription comprend le transport, l'hébergement et les repas. Le transport aller-retour aux lieux des visites est aux frais des participants. Pour obtenir d'autres détails et vous inscrire, visitez le site Web du Centre écologique du Canada. canadianecology.ca/professional-development/miningtour



Occasions d'apprentissage professionnel

Deux villes canadiennes seront les hôtes de conférences sur les sciences de la Terre en 2020. Y seront présentés des contenus destinés à l'enseignement des sciences de la Terre (sessions techniques et programmes d'extension de services pour enseignants). Veuillez visiter les sites Web suivants pour de plus amples détails :

- *GeoConvention 2020* à Calgary : présentée du 11 au 13 mai 2020 de concert avec six organismes en sciences de la Terre. geoconvention.com
- La Geological Society of America animera sa conférence annuelle à Montréal du 25 au 28 octobre 2020. geosociety.org



Le Réseau canadien de sensibilisation aux sciences et à la technologie

Le Réseau canadien de sensibilisation aux sciences et à la technologie a pour mission de rehausser la culture des sciences et de la technologie partout au Canada. Il vise à mettre en valeur le profil et l'influence de l'enseignement des sciences et de la technologie et à conscientiser le grand public. Ses membres sont composés de personnes et d'institutions comme les ministères gouvernementaux, les conseils scolaires, les entreprises, les musées et les centres des sciences. Le Réseau animait une conférence en mars 2019 s'articulant autour du rôle du Canada en ce qui a trait à la réalisation des objectifs de développement durable (ODD) fixés par les Nations-Unies. Nous invitons les personnes enthousiastes ou engagées envers l'enseignement fondé sur STIM à s'inscrire. stansrst.ca



2019 : Année internationale du Tableau périodique des éléments chimiques

En décembre 2017, l'Assemblée générale des Nations Unies proclamait l'année 2019 Année internationale du Tableau périodique des éléments chimiques (IYPT 2019). L'IYPT 2019 marque le 150^e anniversaire de sa création par le scientifique russe Dmitry Ivanovich Mendeleev. Le tableau périodique des éléments chimiques est l'une des réalisations les plus importantes de la science, capturant non seulement l'essence de la chimie, mais aussi celle de la physique, de la médecine, des sciences de la Terre et de la biologie. Le Tableau périodique de Dmitri Mendeleev stipule que lorsque les éléments chimiques sont disposés en nombres atomiques croissants, leurs propriétés chimiques sont soumises à des modifications cycliques, les éléments aux propriétés semblables qu'ils contiennent se reproduisant par intervalles. En 1869, seuls 63 éléments étaient connus. Le premier tableau comprenait des jonctions lacunaires servant à la prédiction d'éléments futurs. L'IYPT 2019 nous offre l'occasion de réfléchir sur les nombreux aspects du tableau périodique, notamment sur son histoire, le rôle des femmes dans le domaine de la recherche, les tendances mondiales, le rôle que jouera la science en matière de développement durable et les retombées socio-économiques de ce secteur. iypt2019.org



Le plus ancien tableau périodique, Université d'État de Saint-Petersbourg, Russie

Sous terre : Innovations électriques dans l'industrie des minéraux

Issu de la concentration accrue des gaz à effets de serre (GES) dans l'atmosphère, le changement climatique est l'un des problèmes environnementaux les plus sérieux de notre époque. Selon le répertoire national des GES du Canada, le CO₂ représente 79 pour cent de l'ensemble des émissions de GES au Canada, dû en grande partie à la consommation de combustible fossile pour le transport fixe et mobile d'énergie. Diverses opérations minières canadiennes s'efforcent de réduire leurs émissions de CO₂ par des technologies électriques innovantes donnant lieu à des pratiques minières plus propres et plus durables. Les véhicules électriques s'avèrent un élément important de cette solution.

Ces véhicules n'émettent aucun GES et ils sont plus économiques que les véhicules aux combustibles pétroliers. Bien que leur adoption soit plutôt lente auprès du public, le secteur minier les considère comme étant précieux. Plus les mines sont creuses, plus l'émission de vapeurs de machines au diesel exige des puits de ventilation et de systèmes coûteux pouvant nuire à la rentabilité d'un projet donné. L'utilisation de véhicules électriques et autres équipements électriques qui n'émettent aucun GES réduit les besoins en ventilation. En plus de réduire les émissions de GES, les véhicules électriques améliorent l'air souterrain, ils réduisent les niveaux de bruit et de chaleur, et les frais d'exploitation.

La firme Kirkland Lake Gold avait déjà découvert les avantages des véhicules électriques. Cette entreprise a en effet commencé à utiliser des camions de roulage électriques dans sa mine Macassa et son complexe South Mine en Ontario en 2012. En 2017, cette entreprise et Artisan Vehicles, un fabricant de véhicules miniers à batteries sans émission de CO₂, célébraient le lancement du premier camion de roulage souterrain de 40 tonnes à batterie.

Après avoir mis des véhicules électriques à l'épreuve dans sa mine Musselwhite, Goldcorp Inc., les a adoptés. En 2018, cette entreprise recevait 5 millions de \$ (CAD) dans le cadre du Programme de croissance propre de Ressources naturelles Canada pour son nouveau projet minier Borden gold, la première exploitation minière entièrement électrique du Canada. Goldcorp prévoit réduire les émissions totales de GES d'environ 50 pour cent ou de 5 000 tonnes de CO₂ par année en utilisant des véhicules électriques.

D'autres grandes entreprises minières emboîtent le pas. Glencoe compte transformer l'ensemble de son parc de véhicules souterrains à des véhicules électriques dans sa mine de nickel-cuivre Onaping Depth de Sudbury, en Ontario. Pour sa part, l'entreprise Vale compte adopter des véhicules électriques dans sa mine de Creighton et concevoir la phase 2 de son projet minier Copper Cliff, ainsi que de son gisement ultra profond Victor en mines entièrement exploitées à l'électricité.

Bien que ce mouvement n'en soit qu'à ses balbutiements, l'utilisation de véhicules électriques dans le secteur minier prendra de l'ampleur et donnera lieu à d'importants changements au sein de l'industrie minière.



« Artisan Z50 ». Photos reproduites avec l'autorisation d'Artisan Vehicles.



Véhicule électrique à batterie R200 utilisé par Goldcorp. Photo reproduite avec la permission de Prairie Machine/Roiko

Les trousse de ressources et les publications

Les ressources pédagogiques en salle de classe d'Une mine de renseignements, mises au point par des enseignants pour les enseignants, sont conformes aux programmes d'études et aux directives provinciales en sciences de la Terre et en géographie. Nous offrons trois trousse de ressources, dont : Aller au fond des choses : À la découverte des roches et des minéraux : niveau moyen et élémentaire; *The Earth's Crust* (Manitoba seul.) : niveau intermédiaire; À la découverte des diamants : niveau supérieur/secondaire. Ces trousse de ressources sont offertes en anglais et en français dans le cadre d'ateliers sur place obligatoires. Ces ateliers peuvent prendre en charge entre 10 et 24 enseignants partout au Canada, moyennant quatre semaines de préavis. Pour plus d'informations sur ces ressources et sur la manière de vous les procurer, visitez le site miningmatters.ca/school-programs/teachers. Les notions de fond d'Une mine de renseignements sont constituées d'activités autonomes, prêtes à l'emploi, pour l'enseignement de concepts fondamentaux en sciences de la Terre, dont la structure de la Terre, les roches et les minéraux, le sol et l'érosion, le cycle minier et les responsabilités sociales et environnementales. Nous offrons de plus des ateliers de perfectionnement professionnel et des trousse de ressources.

Le Cahier d'activités d'Une mine de renseignements, destiné aux jeunes âgés de 9 à 13 ans, est rempli de casse-tête, de codes à déchiffrer, d'éléments à repérer, de mots cachés et de mots croisés, de jeux Sudoku, etc. Offert en français, en anglais, en inuktitut et en espagnol, il motive les jeunes à étudier les roches, les minéraux, les métaux, l'extraction minière et les perspectives de carrière au sein de l'industrie minière et des minéraux.

De concert avec la collaboration du ministère du Développement du Nord et des Mines de l'Ontario, Une mine de renseignements a mis au point des guides intitulés « Les roches de l'Ontario » et « Les fossiles de l'Ontario ». Le guide « Les roches de l'Ontario » présente des roches que l'on retrouve habituellement en Ontario et il illustre les processus de formation de ces roches. Le guide « Les fossiles de l'Ontario » présente les fossiles que l'on retrouve habituellement en Ontario et la manière dont leur existence a été préservée des millions d'années durant. Ces deux affiches sont publiées en anglais et en français, ainsi qu'en langues ojibwée, oji-crie, et crie.

Le livre à colorier « Qu'est-ce qu'une mine? » d'Une mine de renseignements met en vedette Mineur Le Magnifique qui guide les élèves dans une aventure les aidant à apprendre à connaître l'extraction minière.



Autres ressources

Les activités d'apprentissage

Les structures prismatiques

Jumelez deux activités, dont : un voyage virtuel en Californie aux *Columns of the Giants* (colonnes des géants) destiné aux élèves de la 6^e à la 12^e année et une épreuve facile au cours de laquelle les élèves devront créer leurs propres colonnes. Ce voyage virtuel comprend six arrêts et des échantillons en 3D pouvant être explorés au moyen de la réalité virtuelle. Il présente également une démonstration pour enseignants sur la manière d'exécuter ce voyage virtuel, des questions aux arrêts de cette visite guidée, un guide d'identification des roches, et ainsi de suite. Ce projet fait appel à de la féculé de maïs et à de l'eau, lesquelles sèchent avec le temps (et dans des lieux propices) pour afficher des structures hexagonales identiques à celles des colonnes des géants.

Sortie éducative sciencefriday.com/educational-resources/360-degree-expedition

Épreuve lgoehring.com/Starch_columns_files/columns.pdf

Dig into Mining Careers

Ce questionnaire de 12 questions sert à aider les personnes désireuses de connaître la carrière la plus appropriée pour elles au sein de l'industrie minière en tenant compte de leurs intérêts, de leurs compétences et de leurs valeurs. Une fois le questionnaire terminé, diverses suggestions et profils de carrières leur sont présentés. Renseignements issus du US Bureau of Labour Statistics.

digintomining.com/sites/default/files/career-exploration

Minecraft Education Edition – Mine Solar Car Lab

Les élèves collaborent pour rassembler des matières et fabriquer une voiture électrique.

education.minecraft.net/lessons/mine-solar-car-lab

Les sites Web

Le Musée virtuel du Canada

Inscrits au patrimoine mondial de l'UNESCO, Les schistes de Burgess sont constitués d'un gisement fossilifère de renommée mondiale. L'exposition virtuelle des schistes de Burgess du Musée Royal de l'Ontario ouvre un portail sur la vie sur Terre après l'explosion cambrienne d'il y a plus d'un demi-milliard d'années. Cette exposition aux nombreux thèmes scientifiques et historiques présente de fascinantes reconstitutions numériques de fossiles, d'animaux marins et d'algues. Sont également offerts des plans de cours pour enseignants. virtualmuseum.ca/virtual-exhibits/exhibit/the-burgess-shale

Le Plan canadien pour les minéraux et les métaux : Introduction aux minéraux extraits des mines

Série de fiches aux personnages merveilleux qui présentent les 11 minéraux essentiels à l'industrie minière au Canada. Adaptées à des auditoires de niveau primaire. minescanada.ca/en/content/introducing-minerals-mining

Mindat.org

Exploitée par l'organisme sans but lucratif Hudson Institute of Mineralogy, Mindat.org se veut la plus importante base de données au monde sur les minéraux, les roches et les météorites et sur leurs origines. Ce site présente entre autres une collection considérable de minéraux et de photos correspondantes, d'extraits sonores pour la prononciation des minéraux, d'images en 3D de formes de cristaux et une carte géographique de lieux importants. Mindat.org a enrichi son répertoire d'informations et présente désormais les météorites, les roches et divers autres éléments de la géologie. La recherche sur les lieux les plus proches (*Nearest Localities*), le centre d'apprentissage (*Learning Centre*) et les éléments chimiques et la minéralogie (*Chemical Elements and Mineralogy*) s'inscrivent parmi les activités les plus intéressantes de ce site. mindat.org

Ancient Earth Globe

Globe virtuel servant à étudier le mouvement des continents avec le temps et l'évolution de la vie. Introduisez-vous dans un lieu quelconque et suivez-en la trace à travers les âges. Votre demeure a-t-elle déjà été située à l'un des pôles? À l'Équateur? Dans l'autre l'hémisphère? Apprenez ce à quoi ressemblait la terre au moment même de l'évolution des premiers récifs coralliens. Observez la couleur de la Terre avant et après l'évolution des plantes terrestres. dinosaurpictures.org/ancient-earth#750

Evolution 101

Le site Web *Evolution 101* présente des notions fondamentales de l'évolution, dont sa véritable nature (et les notions contraires) et son fonctionnement (et les notions contraires). Il présente également des exemples d'évolution en action et examine les questions nécessitant toujours une réponse. On y trouve également des ressources pour enseignants. evolution.berkeley.edu/evolibrary/article/evo_01

Open Science Laboratory

Le site Web *Open Science Laboratory* est constitué d'une plateforme d'apprentissage en ligne comportant des activités d'exploration d'échantillons virtuels de minéraux, d'examen de coupes minces à l'aide d'un microscope virtuel et de tri de sols. Bon nombre d'études scientifiques font appel à des instruments en ligne et à des données réelles. L'inscription fournit l'accès à d'autres activités. learn5.open.ac.uk/course/view.php?id=2

Mappt

Mappt™, une application SIG (système d'information géographique) sur Android, fonctionne sur les tablettes et les téléphones cellulaires. Elle sert à collecter et à la gestion de données géospatiales et comporte des outils de création, de correction, de stockage et de partage de données. Adaptée au logiciel ArcGIS d'Esri, cette application est utilisée dans diverses écoles. L'outil de géoréférencement de Mappt délimite les zones d'inclusion et d'exclusion visant à empêcher les élèves de s'égarer dans le champ. En présence d'un réseau, les élèves peuvent facilement transmettre leurs données à Google Maps ou Google Earth, puis intégrer les résultats dans un site Web par la simple pression de quelques touches. Cette application est offerte sans frais aux établissements d'enseignement. mappt.com.au

Planet Rocks Ontario

Le site *Planet Rocks Ontario* sert de guide à plus de 500 sites géologiques pertinents sur trois milliards d'années. Il présente des roches, des fossiles et des attractions naturelles allant du Bouclier canadien au nord de l'Ontario jusqu'aux plaines de calcaire et aux Basses Terres glaciaires au sud de cette province. Pour obtenir des données géospatiales, des photos et des descriptions détaillées, naviguez la liste du site. planetrocks.utoronto.ca

The Life of a Mine

Le site Web interactif *The Life of a Mine* permet aux utilisateurs de connaître les moyens qu'utilisent les entreprises minières responsables pour tenter de réduire les conséquences sur l'environnement de leurs activités, soit l'exploration, l'évaluation, la construction, la production et la remise en état, et ce, pendant toute la durée du cycle minier. oma.on.ca/en/resources/life-of-a-mine

Climate-Smart Mining: Minerals for Climate Action

En 2017, la Banque mondiale publiait un ouvrage intitulé : *The Growing Role of Minerals and Metals for a Low Carbon Future*. Selon cet ouvrage, un avenir à faible teneur en carbone donnera lieu à une demande accrue en minéraux et en métaux requis pour la création de technologies énergétiques plus propres. La demande grandissante en minéraux et en métaux engendre diverses avenues de

développement économique dans les pays en voie de développement, riches en ressources, ainsi que pour les organismes du secteur privé. Si cette transition à l'énergie propre adaptée au climat n'est pas gérée de manière responsable et durable, cela risque d'engendrer certains défis. L'installation dite *Climate-Smart Mining* permettra aux pays en voie de développement riches en ressources de profiter de la demande accrue en minéraux et en métaux, tout en garantissant que le secteur minier soit géré de manière à en minimiser l'empreinte environnementale et climatique. Documents infographiques à consulter et lecture du reste du dossier sur le site Web tinyurl.com/wb-climatesmart

Gemological Association of America – GemKids

Ce site Web est une excellente ressource d'informations sur les minéraux et les gemmes. Son contenu présente le procédé de formation des gemmes, les diverses utilisations de ces pierres et certains faits fascinants sur leur histoire. La section intitulée : *The Story of a Gem* offre une excellente description de minéraux et de roches. Au menu de ce site : des contenus pour enseignants, dont un guide pour enseignant, des présentations et des activités interactives à faire en classe. gemkids.gia.edu

Les livres

Canada Rocks: The Geologic Journey, 2^e édition

par Nick Eyles et Andrew Miall (2018)

Le livre *Canada Rocks* est le récit fascinant de la manière dont cette masse continentale canadienne, depuis longtemps perdue, est passée d'un continent datant de quatre milliards d'années, depuis longtemps perdu, en l'un des endroits les plus spectaculaires et importants sur le plan géologique sur Terre. *Canada Rocks* est le premier ouvrage à présenter au lecteur moyen l'entière progression géologique du Canada. Cette deuxième édition présente un contenu enrichi et réévalué, et des mises à jour importantes des chapitres sur la tectonique des plaques, la formation de l'est du Canada et le patrimoine glaciaire canadien. Elle présente en outre de perspectives et des données inédites sur les changements climatiques. Ce livre illustre également de nombreux sites auxquels on peut facilement

accéder depuis les autoroutes, s'avérant ainsi un guide du randonneur inestimable pour l'exploration de notre pays.

Sedimentary Rocks

par Rebecca Pettiford (2018)

Les lecteurs découvriront la manière dont les couches de sédiments se compriment pour former des roches sédimentaires. Rempli de photos aux couleurs vives et de textes répartis avec soin, cet ouvrage séduit le lecteur qui en apprend davantage sur les caractéristiques des roches sédimentaires et des endroits sur Terre où elles se trouvent.

STEM Starters for Kids Geology Activity Book

par Jenny Jacoby (auteure), Vicky Barker (illustratrice) (2019)

En lisant des explications toutes simples et en exécutant les activités illustrées sur chaque page, les tout petits se renseigneront sur la Terre et sur son existence telle qu'elle se dévoile dans les roches. En recevant ce merveilleux don de la géologie, les enfants se passionneront peut-être pour l'étude des STIM (sciences, technologie, ingénierie, mathématiques).

Why Do Tectonic Plates Crash and Slip? Livres en sciences de la Terre pour enfants par Baby Professor (2017)

L'extrémité de la structure terrestre est répartie en plaques tectoniques qui ont incidence sur l'ensemble des activités sur terre et dans les océans. Lorsqu'elles entrent en collision, elles donnent naissance à de nouvelles montagnes. Lorsqu'elles glissent, elles forment de nouvelles vallées. Et lorsque ces activités se produisent en même temps, des séismes secouent villes et villages. Les enfants seront en mesure d'enrichir leurs connaissances en géologie s'ils possèdent des notions de base sur les plaques tectoniques.

Geology Lab for Kids: 52 Projects to Explore Rocks, Gems, Geodes, Crystals, Fossils, and Other Wonders of the Earth's Surface par Garret Romaine (2017)

Geology Lab for Kids est constitué de 52 exercices d'exploration de la surface, de la structure et des procédés de la Terre simples, peu coûteux et ludiques. Ce guide pour toute la famille explore les merveilles

de la géologie, notamment la formation de cristaux et de fossiles, les couches de la croûte terrestre et la manière dont l'eau façonne les montagnes, les vallées et les canyons. Avec une année entière d'activités captivantes, adaptées à l'apprentissage basé sur STIAM (science, technologie, ingénierie, arts et mathématiques), l'ennui ne saurait s'installer.

Rock Collecting for Kids: An Introduction to Geology

par Dan R. Lynch (2018)

Cette initiation à notre merveilleux habitat terrestre pour enfants leur fera vivre l'expérience captivante de la recherche, de la cueillette et de l'identification des roches et des minéraux. Ce livre contient des principes de base en géologie, un plan d'identification de 75 types de roches répandues et de collection, ainsi que les rudiments d'objets à découvrir, d'endroits à cibler, d'outils nécessaires à la tâche et des conseils de sécurité.

Les vidéos

One Strange Rock

La vie sur Terre, série télévisée américaine (2018)

One Strange Rock, une série télévisée américaine en 10 épisodes sur la chaîne National Geographic, racontée par Will Smith, tente de peindre le récit étroitement lié de la vie et de la survie sur Terre. Cette série jette un regard unique sur notre planète du point de vue huit astronautes, dont le canadien Chris Hatfield, qui ont navigué la Station spatiale internationale pendant un certain temps. Filmé dans l'espace pendant plus d'un an, au-dessus de 45 pays sur six continents, la série *One Strange Rock* s'aventure au-delà du simple documentaire sur la nature en tissant une toile de la vue de la planète à partir d'expériences personnelles et affectives de ces astronautes. Série également présentée sur Netflix.

Les blogues

Where Does It All Go?

Des pierres concassées, du sable et du gravier dans nos vies quotidiennes. Ces éléments servent à fabriquer les bâtiments dans lesquels nous vivons et travaillons et les routes que nous parcourons. Le blogue du site Web de la TOARC (Ontario Aggregates Resources Corporation) présente des documents

infographiques illustrant l'utilisation de pierres concassées, de sable et de gravier en milieux urbains, dans les banlieues et les régions rurales. toarc.com/blog/where-does-it-all-go

Les documents infographiques

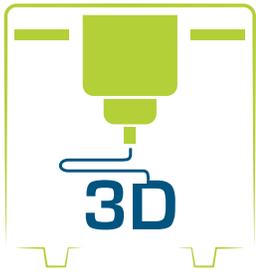
Smart Solutions for Smart Mines

Les mines modernes font appel à des réseaux numériques, ainsi qu'à une vaste gamme de technologies en vue d'optimiser leurs opérations. Créés par la firme Visual Capitalist, ces documents infographiques présentent un éventail complet d'innovations visant à accroître la productivité, la sécurité et la responsabilité, ainsi qu'à protéger l'environnement et les collectivités tout au long du cycle de vie des mines. visualcapitalist.com/potential-smart-mining

Le cahier d'activités

Geoscience Aware Challenge (Le défi de sensibilisation aux sciences de la Terre)

Une mine de renseignements, le gouvernement du Manitoba et le Réseau canadien d'éducation géoscientifique se sont réunis pour créer le *Geoscience Aware Challenge* (Le défi de sensibilisation aux sciences de la Terre), un défi destiné au chapitre manitobain des Guides du Canada. Cet ouvrage analyse une série de principes de la culture scientifique au moyen de plus de 30 activités d'apprentissage pratiques. Destiné aux enseignants, ce défi peut être téléchargé du site Web d'Une mine de renseignements. miningmatters.ca/docs/default-source/mining-matters---resources/geoscience-aware-challenge.pdf?sfvrsn=5ad3ba98_2



L'impression en 3D : l'échelon supérieur de l'impression

Aussi nommée fabrication additive ou par couches, l'impression en 3D crée des objets solides à partir d'un fichier numérique en déposant successivement de fines couches de matière les unes sur les autres. D'abord conçue en 1981, la technologie d'impression en 3D permettait de construire des objets une couche à

la fois. Les progrès technologiques réalisés depuis permettent l'impression simultanée de couches multiples de sorte que l'impression de grandes pièces est plus rentable, plus rapide et plus précise et qu'elle favorise la création de pièces sur demande. Grâce à cette technologie, nous pouvons désormais reproduire des parties du corps, des pièces industrielles, des avions sans pilote, voire même des maisons modulaires.

Bien que l'impression en 3D ait d'abord utilisé des matières plastiques, les industries font de plus en plus appel à des matières métalliques et composites, augmentant ainsi l'éventail de pièces pouvant être imprimées. Parmi les poudres de métal utilisées, on compte l'aluminium, les dérivés de cobalt, l'acier inoxydable et le titane. Les poudres d'or et d'argent servent à diverses applications en joaillerie.

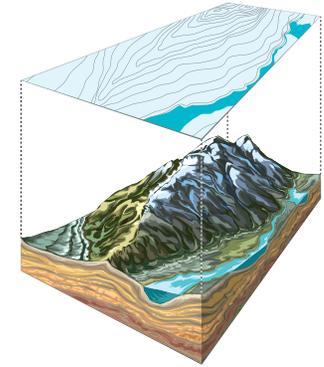
Le rapport rigidité-poids des objets en 3D en plastique, contenant de la fibre de carbone, est assez élevé, tandis que le plastique jumelé à du graphite ou à de la poudre d'aluminium présente d'autres propriétés. Les mines de l'industrie des minéraux, souvent situées dans des endroits éloignés, sont en mesure de profiter pleinement de l'impression en 3D. Grâce à ce procédé, les pièces et les outils qui ont tendance à s'user rapidement peuvent être remplacés sur place et sans délai. Les opérations minières n'ont plus à entreposer de pièces ou à subir de pertes en arrêt de travaux jusqu'à ces pièces leur aient été expédiées.

L'impression en 3D permet de plus la fabrication, la refonte et la reproduction sur place de pièces sur mesure devant être adaptées à certains travaux ou reconstruites de manière plus solide. Les entreprises minières et d'exploration peuvent faire appel à des imprimantes 3D pour l'impression multicolore de modèles de leurs propriétés, pour définir les emplacements de minerais et projeter les zones de développement. De telles représentations en 3D servent à illustrer les effets de projets sur les propriétés sans toutefois risquer d'incidence de mal des transports que peut souvent engendrer la réalité virtuelle.

L'impression en 3D pourrait en outre avoir des effets environnementaux positifs sur l'industrie minière et l'industrie en général. Ce procédé écoénergétique pourrait réduire l'énergie

requis pour créer des pièces, tandis que la production sur place réduirait le besoin d'expédier des pièces sur de longues distances. Les déchets de fabrication en seraient également réduits. Le procédé d'impression en 3D peut également servir à réduire le poids et la quantité de matières nécessaires à la fabrication de pièces, à créer des articles dont l'intérieur serait en grande partie vide par rapport aux pièces solides créées selon la méthode traditionnelle de moulage par injection ou d'usinage. À long terme, des économies d'essence sur les voitures, les camions et les camions de roulage pourraient être réalisées.

L'impression en 3D a d'abord vu le jour il y a de cela presque 40 ans. Les progrès technologiques ont permis de passer de la simple production de gadgets en plastique à la fabrication de pièces complexes aux usages pratiques variés. Cette technologie est encore à ses débuts. Nous ne pouvons pas encore évaluer les retombées de l'impression en 3D sur l'industrie minière ni sur l'économie mondiale. Ce parcours devrait s'avérer des plus intéressants!



Voici un modèle en 3D du projet PAK de Frontier Lithium situé à 175 km au nord de Red Lake. La partie à ciel ouvert de ce projet d'extraction de lithium est située à environ 200 mètres de profondeur et mesure 400 mètres de largeur. Ce modèle illustre l'apparence qu'aura cette mine à ciel ouvert une fois les minerais en surface extraits. Les galeries souterraines de la mine sont présentées en noir et le corps de minerai en orange. Photos reproduites avec l'autorisation de Frontier Lithium

La tourmaline : des minéraux aux couleurs de l'arc-en-ciel

La tourmaline, ce groupe de minéraux prisé en tant que pierres précieuses, que spécimens de collection et pour l'utilisation que l'on en fait en milieux industriels, est appréciée et utilisée depuis plusieurs centaines. Des tons de rose, de rouge, d'orange, de jaune, de vert, de bleu, de brun, de noir et même des cristaux aux couleurs doubles et triples s'inscrivent à son arc-en-ciel de couleurs. Elle présente en effet la gamme la plus variée de couleurs de toutes les pierres précieuses.

À quoi doit-on l'incroyable éventail de couleurs de la tourmaline? Bien que les membres de ce groupe de minéraux se partagent une structure de cristaux commune et des propriétés physiques semblables, leur composition chimique varie grandement. Malgré les éléments silicium et bore qu'ils ont en commun, ils renferment un mélange complexe d'autres éléments comme l'aluminium, le sodium, le lithium, le calcium, le magnésium, le manganèse, le fer, le chrome, le vanadium, la fluorine et le cuivre. L'IMA (International Mineralogical Association) répertorie 33 variétés de tourmaline fondées sur leur composition chimique.

Les minéraux de tourmaline sont répandus sur tous les continents. L'Amérique du Sud et surtout le Brésil produisent le plus grand nombre des pierres précieuses de joaillerie. Leurs cristaux de forme habituellement triangulaire ou à six côtés et souvent striés en longueur se trouvent couramment dans les roches ignées, dont la pegmatite et fréquemment dans le schiste, le marbre et le skarn.

Les pierres précieuses de fantaisie de tourmaline affichent des propriétés de pléochroïsme, c'est-à-dire que leur couleur change selon l'angle dans lequel on les observe. La tourmaline présente en outre d'autres propriétés physiques intéressantes, dont des éléments piézoélectriques et pyroélectriques. Les minéraux piézoélectriques révèlent une charge électrique lorsqu'ils sont soumis à des contraintes, tandis que les minéraux pyroélectriques présentent une charge lorsqu'ils sont chauffés ou refroidis. Parmi leurs autres propriétés physiques, la polarisation spontanée et les émissions dans la région infrarouge lointaine du spectre du rayonnement électromagnétique font de la tourmaline un élément précieux pour le domaine de la fabrication.

La tourmaline est depuis toujours utilisée en sculpture et en guise de matière décorative. Dans les années 1700, les Hollandais utilisaient les propriétés pyroélectriques de la tourmaline pour cueillir et extraire la cendre des pipes de fumeurs. Au 19^e siècle, certains chimistes utilisaient la tourmaline pour créer de la lumière polarisée. En 1940, la demande en tourmaline en tant que matériau industriel s'est accrue, celle-ci s'étant avérée essentielle à la fabrication de manomètres de sous-marins et autres équipements militaires. La tourmaline est la solution de référence en matière de manomètre et la norme par laquelle



Tourmaline and quartz crystals

Source des photos : R. Weller/Cochise College

on mesure les effets du bore hydrosoluble dans les engrais. Parmi les applications industrielles de la tourmaline, on compte les produits de coiffure comme les séchoirs et les fers de lissage.

La recherche scientifique et technique se penche sur l'évaluation de la tourmaline en poudre en vue de son utilisation dans des applications environnementales, dont les systèmes d'assainissement de l'eau et les revêtements routiers spéciaux en ciment ou en asphalte pouvant servir à capturer les composants nocifs des tuyaux d'échappement d'automobiles. Bien que la tourmaline ne soit pas aussi réputée que les pierres précieuses telles que l'émeraude, le saphir et le rubis, elle fascine les collecteurs et les joailliers du monde entier par son mystique. Les récentes découvertes en matière d'applications industrielles et environnementales feront certainement augmenter la demande pour cette gamme unique de minéraux.





Le cycle des roches avec les bonbons Starburst®

Le cycle des roches est le modèle de formation, d'effondrement et de reconstitution ou de restructuration des roches sédimentaires, métamorphiques et ignées. Il existe trois types de roches et chacun d'eux est le fruit d'un procédé de formation distinct :



Le granite



Le basalte

Les roches ignées

Le mot « igné » est issu du mot latin « ignis », signifiant « feu ». Les roches ignées se forment pendant le refroidissement et la solidification de la roche fondue (le magma ou la lave) et peuvent être ou ne pas être cristallisées. Le processus de solidification des roches intrusives (plutoniques) provenant du magma sous la surface de la Terre est lent et ces roches affichent de gros cristaux. Le granite en est un exemple courant. Les roches extrusives (volcaniques) se solidifient rapidement dans la lave sur la surface terrestre, donnant lieu à un fini à grains fins dotés de petits cristaux. Ces cristaux ne sont parfois visibles qu'au microscope. Le basalte en est un exemple.



Le conglomérat métamorphisé



Le gneiss

Les roches métamorphiques

Le mot « métamorphique » provient du Grec « meta » signifiant « changement » et « morphe » signifiant « forme ». Les roches métamorphiques proviennent de la transformation (métamorphisme) physique ou chimique de roches existantes ayant été exposées à la chaleur et à la pression. Le conglomérat métamorphisé, le gneiss, l'ardoise, le marbre, le schiste et le quartzite sont des exemples de roches métamorphiques.



Le conglomérat



La pierre calcaire

Les roches sédimentaires

Le mot « sédimentaire » provient du latin « sedimentum », signifiant « affaisser ». Les roches sédimentaires sont issues de dépôts accumulés sur la surface de la Terre. Le mot « sédiment » sert à décrire les particules qui s'entassent pour former les roches sédimentaires, lesquelles se classent en trois catégories, dont : classique, biochimique et chimique.

- Les roches sédimentaires dites classiques contiennent des matières terrestres désagrégées, dont des particules de gravier, de sable, de limon et d'argile transportées par la gravité, l'eau, le vent ou la glace pour se cimenter et se pétrifier lentement. Le conglomérat, le grès et le grès fin et le schiste sont des exemples de roches sédimentaires.
- Les roches sédimentaires biochimiques proviennent d'organismes utilisant des matières dissoutes dans l'air ou dans l'eau pour créer leurs tissus. La pierre calcaire et la dolomite en sont des exemples.
- Les roches sédimentaires chimiques se forment en présence de minéraux dans des solutions aux dépôts issus d'une précipitation. La pierre calcaire et les roches composées de minéraux salins comme le gypse et l'halite constituent des exemples courants de roches sédimentaires.

L'objectif de cette activité

Au cours de cette activité, les élèves devront créer des « roches sédimentaires », puis les transformer en « roches métamorphiques » par l'application de la chaleur et de la pression. Ils devront ensuite transformer ces roches « métamorphiques » en roches « ignées » en les faisant fondre, puis en les refroidissant. Cette activité peut être exécutée avant ou après l'apprentissage des trois types de roches et du cycle des roches.

Remarque relative à ce programme : les élèves nécessiteront l'appui et l'aide de l'enseignant tout au long de cette activité.

Le matériel requis

- Des bonbons Starburst Minis® (aux couleurs assorties)
- Des ciseaux
- Une source de chaleur (un four grille-pain, une plaque chauffante, un séchoir à air chaud, p. ex.)
- Des pinces de cuisine
- Du papier ciré (coupé en carrés de 15 à 20 cm, un carré par groupe)
- Des feuilles d'aluminium (coupées en carrés de 20 à 25 cm, aux rebords repliés en forme d'assiette)
- Un rouleau à pâte ou un livre lourd
- Le tableau du cycle des roches.



Directives

1. Discutez des trois types de roches et du cycle des roches ou passez-les en revue.
2. Répartissez les élèves en petits groupes.
3. Demandez à chaque groupe de déballer quatre bonbons Starburst Minis® de couleur différente. Dites-leur d'utiliser des ciseaux pour couper chacun des bonbons en quatre petits morceaux. Aidez-les au besoin.
4. Demandez aux élèves de mélanger les morceaux de bonbon en les avisant de le faire de manière semblable à l'action des vagues qui mélange les galets sur une plage rocailleuse.
5. Demandez aux élèves de se frotter rapidement les paumes de la main pendant plusieurs secondes afin de les réchauffer. Dites-leur ensuite de saisir leur pile de bonbons et de les entasser de manière à former une boule. Cette boule devrait être inégale en apparence et les morceaux de bonbon devraient être visibles. À cette étape, les élèves auront créé une roche sédimentaire de type « conglomérat ». Demandez-leur d'inscrire les coloris des pièces ainsi disposées.
6. Demandez aux groupes d'élèves de réchauffer légèrement leurs « roches sédimentaires » à l'aide d'une source de chaleur, sans toutefois les faire fondre. Une fois les « roches » réchauffées, demandez aux élèves de les poser sur l'une des moitiés de leurs feuilles en papier ciré et de replier l'autre moitié par-dessus.
7. Demandez aux élèves de peser sur les bonbons ainsi recouverts à l'aide du rouleau à pâte ou en posant le livre par-dessus les bonbons et en appuyant dessus. Une fois cette pression exercée, les élèves devront retirer les morceaux de bonbons aplanis du papier ciré, puis les plier en deux, les déposer de nouveau sur le papier ciré et répéter le procédé d'exercice de pression. À ce stade, les élèves auront créé des roches métamorphiques ou plus précisément, des conglomérats métamorphisés. Demandez aux élèves de regarder leurs « roches ». À quoi ressemblent-elles maintenant? Demandez-leur d'en décrire la couleur, la texture et les motifs.
8. Demandez aux élèves de façonner leurs carrés d'aluminium en retroussant les bords de manière à former une assiette. Ils devront ensuite y déposer leurs roches métamorphiques.
9. Munissez-vous d'une source de chaleur et aidez les élèves à faire fondre les morceaux de bonbons aplanis jusqu'à qu'ils soient entièrement liquéfiés.
10. Demandez aux élèves de retirer les contenants en aluminium de la source de chaleur à l'aide des pinces de cuisine et de les laisser refroidir dans un endroit hors de portée. Avertissez-les de ne pas toucher aux assiettes en aluminium ni aux bonbons chauds avec les doigts.
11. Une fois les bonbons chauffés refroidis, demandez aux élèves de retirer avec soin leurs « roches » de l'assiette en aluminium. Les élèves auront alors créé des roches ignées. Demandez-leur de regarder leurs « roches ». À quoi ressemblent-elles maintenant? Demandez-leur d'en décrire la couleur, la texture et les motifs.

Activités – Préoccupations - Solutions

L'activité minière peut avoir incidence sur l'environnement. Parmi les exemples de telles activités, on compte le déblaiement de végétation pendant la construction d'une mine; la création de roches et de poussière de rebut pendant le tir; l'utilisation d'énergie et d'eau pendant l'extraction des minéraux; le broyage et le traitement. Les règlements gouvernementaux et les mesures d'atténuation, l'innovation, les technologies ont tous pour but d'empêcher, de réduire ou de contrôler de telles incidences.

L'objectif de cette activité

Au cours de cette activité, les élèves devront étudier les effets des activités minières sur l'environnement. Ils devront appairer ces activités minières aux préoccupations environnementales et aux solutions innovantes servant à minimiser les effets sur l'environnement.

Le matériel requis

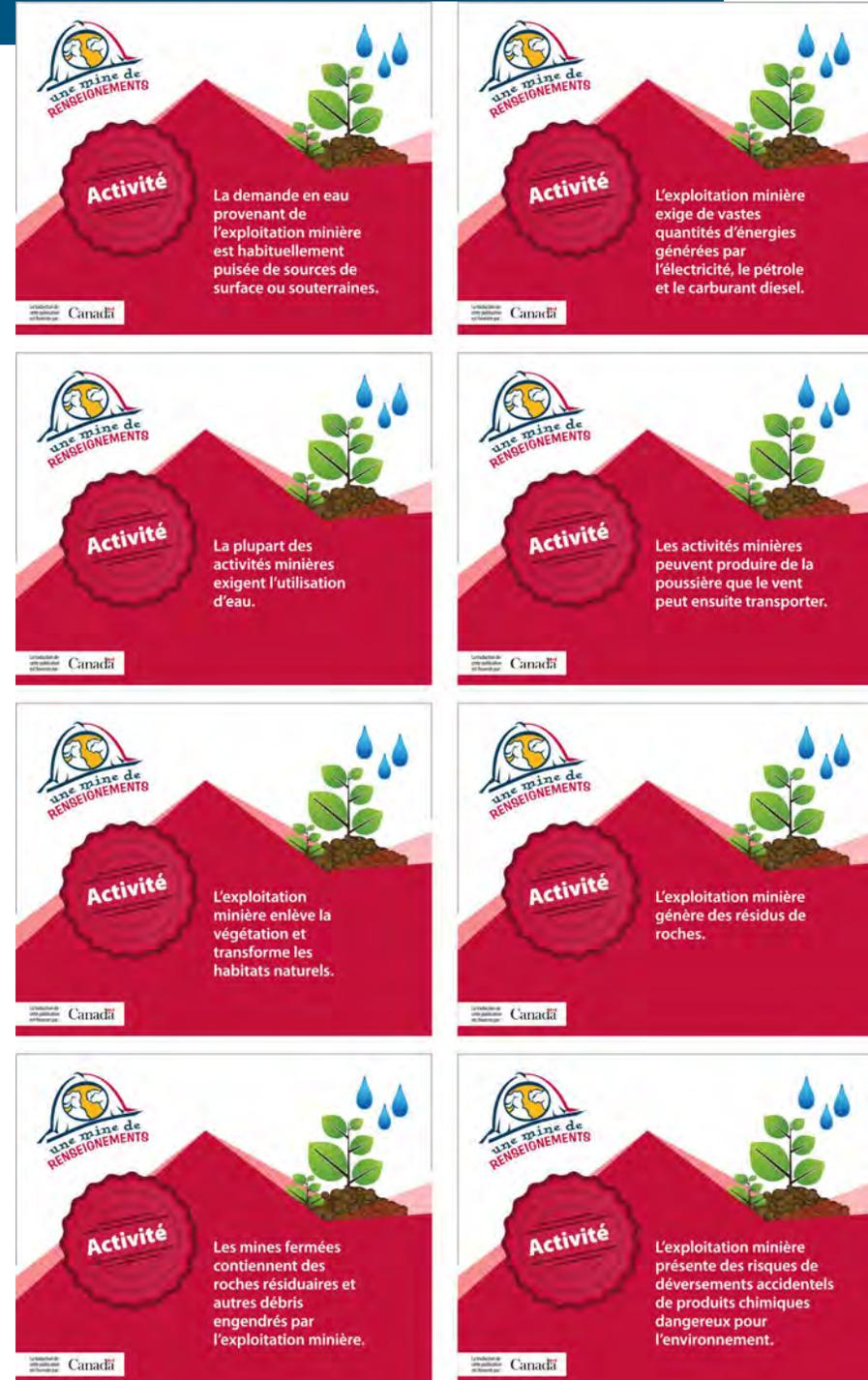
- Le jeu de cartes Activités – Préoccupations - Solutions (8 jeux de 3, soit 24 au total), inclus dans cette publication.

Directives

1. Mêlez les cartes et distribuez-les aux élèves à raison d'une carte par élève.
2. Demandez aux élèves de repérer les élèves possédant les deux cartes correspondantes afin de compléter le jeu de cartes Activités – Préoccupations – Solutions.
3. Une fois les élèves répartis en petits groupes de trois personnes, demandez-leur de partager à voix haute leurs activités, leurs préoccupations et leurs solutions avec leurs pairs.

Discussion

Demandez aux élèves de fournir leurs impressions sur les activités minières et les préoccupations et solutions correspondantes présentées. Qu'ont-ils appris sur les activités, les préoccupations et les solutions? Certaines d'entre elles les ont-elles surprises?



Préoccupation

L'exploitation minière peut entraîner des pénuries d'eau pour les animaux, les plantes et les gens de la région. Les frais de distribution d'eau des autres utilisateurs risquent d'augmenter.

Canada

Préoccupation

Les mines pourraient renvoyer l'eau contaminée dans l'environnement.

Canada

Préoccupation

La transformation des habitats naturels peut nuire à la faune d'une région.

Canada

Préoccupation

Les impacts sur la sécurité et l'environnement des activités minières sont des préoccupations à long terme.

Canada

Préoccupation

La production d'électricité risque d'engendrer l'émission de gaz à effet de serre. Les camions de livraison de carburant risquent de polluer l'environnement.

Canada

Préoccupation

La qualité de l'air dans les environs des mines risque d'être compromise.

Canada

Préoccupation

Les résidus de roches provenant d'activités minières peuvent réagir avec l'air et l'eau et émettre des contaminants dans l'environnement.

Canada

Préoccupation

Les mines risquent de causer d'importants déversements environnementaux dangereux.

Canada

Solution

Les mines pourraient réduire leur consommation d'eau, la réutiliser et la recycler. Elles pourraient également utiliser d'autres sources d'eau, dont l'eau de mer ou les eaux usées municipales.

Canada

Solution

Les mines assainissent et contrôlent les eaux usées de manière à renvoyer de l'eau propre dans l'environnement.

Canada

Solution

Les mines pourraient minimiser les zones à défricher et remplacer la flore dès que possible.

Canada

Solution

Les mines contrôlent et gèrent en permanence les risques que présentent les sites miniers fermés.

Canada

Solution

Les mines pourraient envisager d'augmenter leur efficacité énergétique en songeant à utiliser des sources d'énergie renouvelable.

Canada

Solution

Les mines contrôlent la qualité de l'air et peuvent adapter leurs pratiques minières de manière à réduire la poussière.

Canada

Solution

Les mines disposent d'aires d'entreposage où stocker les roches résiduelles. Elles pourraient ainsi utiliser ces roches pour la remise en état.

Canada

Solution

Les mines élaborent plusieurs stratégies de réductions des risques de déversement et des impacts sur l'environnement.

Canada



Coordonnées

904–1200 Eglinton Avenue East

Toronto, ON M3C 1H9

Tél. : (416) 863-6463

Télé. : (416) 863-9900

Courriel : schoolprograms@miningmatters.ca

Site Web : MiningMatters.ca

Twitter : [@mmschoolprogram](https://twitter.com/mmschoolprogram)

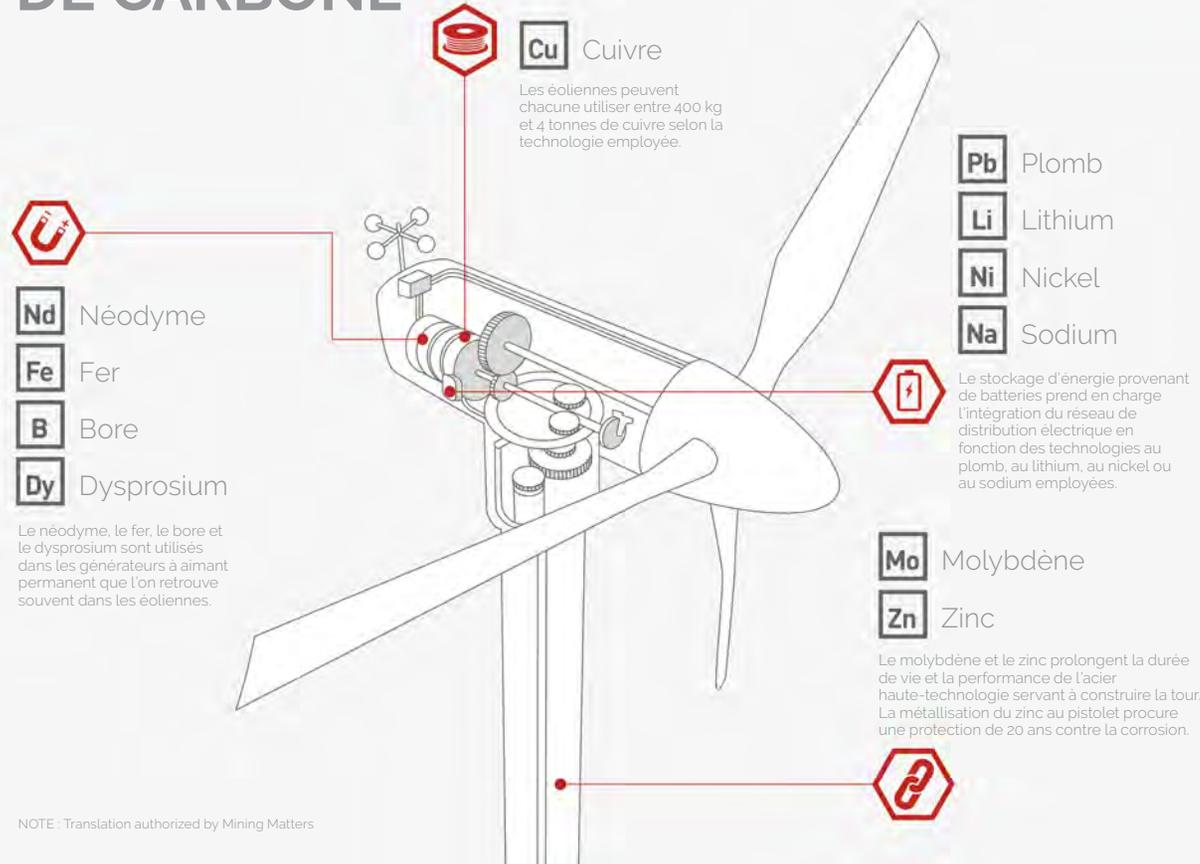
Partage de diapos : slideshare.net/MiningMatters

Une mine de renseignements est un organisme de bienfaisance dont la mission est de permettre aux élèves d'accroître leurs connaissances et leur compréhension des sciences de la Terre et de l'industrie des minéraux et de la place qu'ils occupent dans la société. Depuis ses débuts en 1994, Une mine de renseignements a étendu sa portée à plus de 750 000 enseignants et élèves et membres grâce à des ressources qui font valoir le rôle essentiel que jouent les roches, les minéraux, les métaux et l'activité minière dans nos vies. Une mine de renseignements est fière des partenariats de longue durée qu'elle a créés avec les enseignants en leur fournissant des ressources pédagogiques en sciences de la Terre pertinentes, précises et authentiques, créées par des enseignants pour les enseignants.

No d'enregistrement d'un organisme de bienfaisance : 88775 6435 RR0001

APPLICATION EFFICACE D'ÉNERGIE À BASSE TENEUR DE CARBONE

ICMM
International Council
on Mining & Metals



Directrice de la publication : Victoria Stratton

Collaborateurs du bulletin fondements : Lesley Hymers, Gagan Josan, Vanessa Lee, Susan Michaels, Victoria Stratton
English version available

Production et distribution du présent bulletin rendues possibles grâce au soutien des entreprises suivantes :



Crown-Indigenous Relations and Northern Affairs Canada
Relations Couronne-Autochtones et Affaires du Nord Canada

The Gill Family
Charitable Trust

 Ontario



PROSPECTORS &
DEVELOPERS
ASSOCIATION
OF CANADA